



ISW

Docket No. 1232-5358

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant(s): KANAZAWA, et al.

Serial No.: 10/808,657

Group Art Unit: TBA

Examiner: TBA

Filed: March 25, 2004

For: APPARATUS AND METHOD FOR MEASURING EUV LIGHT INTENSITY
DISTRIBUTION

CERTIFICATE OF MAILING (37 C.F.R. §1.8(a))

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

I hereby certify that the attached:

1. Claim to Convention Priority w/1 document
2. Certificate of Mailing
3. Return postcard receipt

along with any paper(s) referred to as being attached or enclosed and this Certificate of Mailing are being deposited with the United States Postal Service on date shown below with sufficient postage as first-class mail in an envelope addressed to the: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

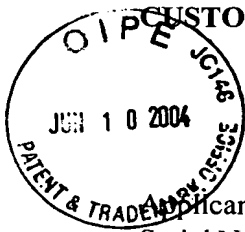
Respectfully submitted,
MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.

Dated: June 3, 2004

By: Helen Tiger
Helen Tiger

Correspondence Address:

MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.
345 Park Avenue
New York, NY 10154-0053
(212) 758-4800 Telephone
(212) 751-6849 Facsimile



CUSTOMER NO. 27123

Docket No. 1232-5358

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant(s): KANAZAWA, et al.

Serial No.: 10/808,657

Group Art Unit: TBA

Examiner: TBA

Filed: March 25, 2004

For: APPARATUS AND METHOD FOR MEASURING EUV LIGHT INTENSITY
DISTRIBUTION

CLAIM TO CONVENTION PRIORITY

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

In the matter of the above-identified application and under the provisions of 35 U.S.C. §119 and 37 C.F.R. §1.55, applicant(s) claim(s) the benefit of the following prior application(s):

Application(s) filed in: Japan

In the name of: Canon Kabushiki Kaisha

Serial No(s): 2003-091397

Filing Date(s): March 28, 2003

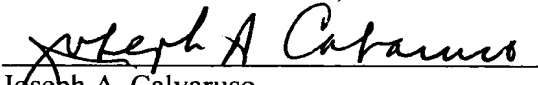
☒ Pursuant to the Claim to Priority, applicant(s) submit(s) a duly certified copy of said foreign application.

☐ A duly certified copy of said foreign application is in the file of application
Serial No. _____, filed _____.

Dated: June 2, 2004

Respectfully submitted,
MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.

By:


Joseph A. Calvaruso
Registration No. 28,287

Correspondence Address:
MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.
345 Park Avenue
New York, NY 10154-0053
(212) 758-4800 Telephone
(212) 751-6849 Facsimile

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 3 月 2 8 日
Date of Application:

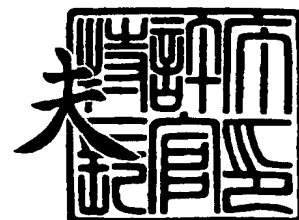
出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 0 9 1 3 9 7
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 3 - 0 9 1 3 9 7]

出 願 人 キヤノン株式会社
Applicant(s):

2 0 0 4 年 4 月 1 2 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 254064

【提出日】 平成15年 3月28日

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 H05G 2/00

【発明の名称】 E U V 光強度分布測定装置および E U V 光強度分布測定方法

【請求項の数】 1

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号キャノン株式会社内

 【氏名】 金沢 元

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号キャノン株式会社内

 【氏名】 三宅 明

【特許出願人】

 【識別番号】 000001007

 【住所又は居所】 東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号

 【氏名又は名称】 キャノン株式会社

 【代表者】 御手洗 富士夫

【代理人】

 【識別番号】 100090538

 【住所又は居所】 東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号キャノン株式会社内

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 西山 恵三

 【電話番号】 03-3758-2111

【選任した代理人】**【識別番号】** 100096965**【住所又は居所】** 東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号キャノン株式会社
社内**【弁理士】****【氏名又は名称】** 内尾 裕一**【電話番号】** 03-3758-2111**【手数料の表示】****【予納台帳番号】** 011224**【納付金額】** 21,000円**【提出物件の目録】****【物件名】** 明細書 1**【物件名】** 図面 1**【物件名】** 要約書 1**【包括委任状番号】** 9908388**【プルーフの要否】** 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 E U V 光強度分布測定装置および E U V 光強度分布測定方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 E U V 光源から発散される E U V 光束内の強度分布を測定する E U V 光強度分布測定装置において、

E U V 反射ミラーと光電変換素子を有する複数の E U V 光強度検出ユニットが、前記 E U V 反射ミラーに入射する E U V 光の入射角度が所定の角度になるように配置されることで前記強度分布を測定することを特徴とする E U V 光強度分布測定装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、投影露光装置等で用いる E U V 光源から放出される E U V 光束内の強度分布を評価するための、E U V 光強度分布測定装置および E U V 光強度分布測定方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、半導体メモリや論理回路などの微細な半導体素子を製造するための焼き付け（リソグラフィ）方法として、紫外線を用いた縮小投影露光が行われてきた。縮小投影露光で転写できる最小の寸法は転写に用いる光の波長に比例し、投影光学系の開口数に反比例する。このため微細な回路パターンを転写するためには用いる光の短波長化が進められ、水銀ランプ i 線（波長 365 nm）、KrF エキシマレーザー（波長 248 nm）、ArF エキシマレーザー（波長 193 nm）と用いられる紫外光の波長は短くなってきた。

【0003】

しかし半導体素子は急速に微細化しており、以上の紫外光を用いたリソグラフィでは限界がある。そこで 0.1 μ m を下回るような非常に微細な回路パターンを効率よく焼き付けるために、紫外線よりも更に波長が短い波長 10～15 nm 程度の極端紫外光（E U V 光）を用いた縮小投影露光装置が開発されている。

【0004】

このEUV光を用いた縮小投影露光装置に用いるEUV光源についても、その開発が進められている。一例として、たとえば特開2002-174700に記載されようなレーザープラズマ光源がある。これは真空容器中に置かれたターゲット材に高強度のパルスレーザー光を照射し、高温のプラズマを発生させこれが発光点となって、これから放射される例えば波長13nm程度のEUV光を利用するものである。ターゲット材としては、金属薄膜、不活性ガス、液滴などが用いられ、ガスジェット等の手段で真空容器内に供給される。

【0005】

EUV光を用いた露光装置の光学系を構成する光学素子としては、通常の金属性のミラーを用いた場合にはEUV光が吸収されてしまうため、主として斜入射全反射ミラー、および直入射に近い入射角のミラーとしてシリコンとモリブデンからなる多層膜ミラーが用いられる。この直入射多層膜ミラーは一般には波長13.5nmのEUV光に対する反射率が高くなるようにミラーを構成する各層の厚みが調整され、EUV光源から放射される光のうち、波長13.5nmを中心とした、13.365nm乃至13.635nmのEUV光を投影露光として用いるように構成されている。

【0006】

発光点からのEUV光は、回転楕円面を有する集光ミラーによって集光点に集光され、又は回転放物曲面を有する集光ミラーによって平行光として集光され、後段に設置される投影露光装置に導入され、投影露光装置の照明光学系によってマスクを照明する。

【0007】

EUV光の光束によりマスクを照明する際に、照明光が均一であることは、例えば解像力といった投影露光装置の性能にとって極めて重要である。照明光を均一にするためにはEUV光源から供給されるEUV光の強度がその光束内で均一であることが望ましい。しかし、EUV光源から供給されるEUV光は、プラズマの形状や真空容器内のガス濃度の分布、集光ミラーの形状などの因子によって影響されるため、その光束内で均一な強度を有するとは限らず、EUV光源の発

散角度内の強度分布をあらかじめ把握して、照明光学系で補正する等の必要がある。

【0008】

以上を達成するには、EUV光の光束内での強度分布を測定する装置が必要となる。特開2002-175980には、図12に記載されているような装置で強度分布を測定する技術が開示されている。図12において、101はEUV光を含む光を発散する発散点であり、発散点101から発散された光は、ミラー102で反射され、さらにEUV光のみを透過するEUVフィルター103を経てEUV光のみがCCDアレイ104に到達する。発散点101からのEUV光は、発散角度によってCCDアレイ104上の異なる位置に到達するため、CCD上の位置ごとの出力によって、発散点101でのEUV光の角度分布が把握できる。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上述の図12の装置で強度分布を測定する場合には、以下のような問題点がある。

【0010】

つまり、EUV光を反射するミラーとしては、先に説明したように通常は多層膜ミラーが用いられる。多層膜ミラーを用いた場合、入射角によって多層膜を構成する各層の入射光に対する見かけ上の厚みが変わるため、結果として入射角により反射率が最大となる波長が変化する。このため、特に集光点から所定の分散角度をもって分散するEUV光束の場合には、多層膜ミラーへの入射角がその位置により変化し、CCDの受光面に到達するEUV光は位置によって異なる波長分布を持つこととなる。このため、CCDの各位置の受光強度から投影露光に用いる波長13.365nm乃至13.635nmのEUV光の強度分布を正確に求めることができない問題を生じる。

【0011】

また、EUV光の光束内での強度分布を測定場合においては、光束内の各位置におけるs偏光成分とp偏光成分の混合比の分布を明らかにすることが必要とな

るが、図 12 に示した構成の装置によってはその検知を行うことができない。

【0012】

本発明は、以上のような問題点を解決し、EUV 光源から放出されるの EUV 光束内の強度分布を精密に測定可能であって、更に当該 EUV 光に含まれる s 偏光成分と p 偏光成分の混合比を測定可能な EUV 光強度分布測定装置及び EUV 光強度分布測定方法を提供することを課題とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために、本発明に係る EUV 光強度分布測定装置は、EUV 光源から発散される EUV 光束内の強度分布を測定する EUV 光強度分布測定装置であって、EUV 反射ミラーと光電変換素子を有する複数の EUV 光強度検出ユニットが、前記 EUV 反射ミラーに入射する EUV 光の入射角度が所定の角度になるように配置されることで前記強度分布を測定することを特徴とする EUV 光強度分布測定装置である。また、当該 EUV 光強度分布測定装置を用いて EUV 光束内の強度分布を測定する EUV 光強度分布測定方法である。

【0014】

【発明の実施の形態】

（第 1 実施形態）

図 1 は第 1 実施形態に係る EUV 光強度分布測定装置と、測定の対象である EUV 光を発生する EUV 光源の断面図である。図 2 は、図 1 における A-A 矢視図である。尚、発明を説明するにあたり、図 1 中に示すとおり、紙面に垂直の方向が X 軸、紙面における上下方向が Y 軸、紙面における左右方向が Z 軸である座標軸を用いて以下に説明する。本実施形態においては、主に発光点から発散される EUV 光を回転楕円面を有する集光ミラーによって集光点に集光して投影露光装置に供給する EUV 光源について、本発明に係る EUV 光強度分布測定装置を適用する場合について説明する。発光点から発散される EUV 光を回転放物曲面を有する集光ミラーによって平行光として投影露光装置に供給する EUV 光源に対して本発明を適用する場合には、適宜 EUV 光束の違いに対応して装置の構成を変更することで同様の効果を得ることが可能である。

【0015】

EUV光源1は、ノズル1-aから供給されるターゲット材にレーザー光1-bを照射することによって発光点1-cの近傍においてターゲット材をプラズマ化し、パルス状のEUV光を放射させる。このEUV光は、集光ミラー1-dによって集光点1-eに集光され、集光点1-eを発散中心点として立体角C内を除く立体角B内に向けてEUV光を発散する。

【0016】

本発明に係るEUV光強度分布測定装置2は、前記集光点1-eを中心にZ軸まわりに回転可能な ω Zステージ3上に、Z軸を含む平面内において集光点1-eを中心に回転可能な θ ステージ4-a~dが設けられている。さらに各々の θ ステージ上に4個のEUV光検出ユニット5が等しい間隔dをなして設けられている。 θ ステージ4-a~dは、図1に示すように集光点1-eを中心とした同一半径の円弧状の形状であるので、すべてのEUV光検出ユニット5は、集光点1-eから等しい距離eの場所に位置している。また、すべてのEUV光検出ユニット5は、集光点1-eに向けて設置されている。

【0017】

以上のような構成によって、すべてのEUV光検出ユニット5は ω Zステージ3によって図2中の矢印fに示すZ軸まわりの回転による移動が可能で、かつ θ ステージ4-a~dによって図1中の矢印g、すなわち図2中の矢印hに示す集光点1-eを中心とした球面上を回転する移動が可能となる。

【0018】

なお、 ω Zステージ3および θ ステージ4-a~dの可動範囲は、複数のEUV光検出ユニットで測定範囲を網羅できるような大きさであればよいから、例えば ω Zステージ3は少なくとも90度回転できればよい。

【0019】

このような構成により、複数のEUV光検出ユニット5が、集光点1-eから略等距離の異なる位置に配置され、かつEUV光検出ユニットが集光点を中心とする球面上で移動可能であるため、集光点1-eから任意の角度の方向に放射されるEUV光強度を検出することができる。

【0020】

なお、EUV光はガスによって吸収される性質があるため、EUV光強度分布測定装置2の内部は図示しない真空排気系による排気によって真空が保たれている。

【0021】

図3は、EUV光検出ユニット5の構成を示す断面図である。EUV光強度分布測定装置2内に設けられた複数のEUV光検出ユニットはすべて同じ構成になっている。EUV光検出ユニット5はアパーチャ6を通過して入射したEUV光を、典型的にはシリコンとモリブデンによる多層膜で構成された多層膜ミラー7で反射し、必要に応じてEUV光以外を吸収するように設定された例えばジルコニウムの薄膜によるフィルター8を通過させた後、光電変換素子であるフォトダイオード9により強度を測定する。フォトダイオード9の代わりとして、空間分解能を有するCCDを用いることも可能である。フォトダイオード9からはEUV光の強度に応じた信号が出力され、EUV光検出ユニット5の出力となる。必要に応じて、EUV光検出ユニットにアンプ部を設け、フォトダイオード9からの出力を増幅又は変換し、EUV光検出ユニット5の出力としてもよい。

【0022】

多層膜ミラー7は、投影露光に用いる13.5nmの波長のEUV光に対して反射率が最大になるような膜厚のシリコン層とモリブデン層が既知の方法により交互に成膜されて構成されている。EUV光源1からの光には、投影露光に用いる13.5nm付近の波長のEUV光だけではなく、波長が10～20nm程度のEUV光や、さらに長波長の紫外線、可視光、赤外光も含まれている。このような光が全てフォトダイオード9に入射した場合、実際に露光に用いられるの強度分布を測定することが困難となる。しかし、上記のような多層膜ミラー7で反射をさせることにより、13.5nm付近の波長を有するEUV光以外の光線が取り除かれ、目的とするとEUV光の強度分布が可能となる。また、更に高精度に測定を行う場合には、目的のEUV光以外を吸収するフィルター8を光路に設置することができる。

【0023】

投影露光に用いる 13.5 nm の波長の EUV 光に対するブリュスター角は約 42.6 度であって、このブリュスター角付近でミラーへの入射を行った場合、p 偏光成分の光に対する反射率が小さくなり、s 偏光成分のみが反射されることとなる。これに対し、本実施形態で用いる EUV 光検出ユニット 5 においては、アパーチャ 6 を通過して多層膜ミラー 7 へ入射する EUV 光の入射角は直入射に近い 10 度となっており、上記ブリュスター角から離れている。このため、s 偏光成分が選択的に反射されることは無く、EUV 光検出ユニット 5 は偏光成分の比に関係なく波長 13.5 nm 付近の EUV 光の強度に応じた信号を出力する。なお、入射角は 10 度に限るものではなく、s 偏光と p 偏光の反射率に大きな差が生じない 20 度程度以下であれば良い。

【0024】

本実施形態の EUV 光強度分布測定装置 2 では、複数の EUV 光検出ユニット 5 を集光点 1-e に向けて設置しているため、集光点 1-e から放射された EUV 光の角度によらず同じ感度で所定の波長の EUV 光の強度測定が可能となる結果、集光点 1-e から放射される EUV 光束内の強度分布測定を精度良く行うことができる。また、単一の EUV 光検出ユニット 5 を集光点 1-e に向けた状態で EUV 光束内を走査させることで、本実施例で説明した複数の EUV 光検出ユニット 5 を用いる場合と同様の強度分布測定を行うことも可能である。一方、特にターゲット材が気体や液体の場合には、発光点 1-c でパルス状に発生する EUV 光の分布がパルス毎に異なる場合がある。一回のパルス発光の時間は 1 msec 以下であって非常に短時間であるため、EUV 光検出ユニット 5 を走査することで強度分布を測定した場合にはパルス間の EUV 光の分布のばらつきが本来の分布に重なり、測定の目的である平均的な EUV 光の強度分布測定が困難になる。これに対し、十分な数の EUV 光検出ユニット 5 を EUV 光束内に分布させて同時に測定することで、各パルスによる EUV 光の強度分布と、平均的な EUV 光の強度分布測定が可能となる。

【0025】

さらに、EUV 光検出ユニット 5 は、略円形の EUV 光の透過部を持つアパーチャ 6 により集光点 1-e からの EUV 光を狭い範囲に限定してフォトダイオー

ド9に入射させる。このため、多層膜ミラー7への入射角の広がりが小さくなり、反射光の持つ波長分布幅を狭くすることが可能であり、目的の波長をもつEUV光の強度測定を精密に行うことができる。本実施例で説明するEUV光検出ユニット5のアパーチャ6が集光点1-eを見込む角度は6度（立体角として0.0086ステラジアン）程度に設定されている。アパーチャ6が集光点1-eを見込む角度はこれに限定されることはなく、10度（立体角として0.024ステラジアン）程度以下であれば良好な測定を行うことができる。また、精密に単一の波長を持つEUV光の強度を測定する場合にはアパーチャ6が集光点1-eを見込む角度が小さいことが好ましいが、4度（立体角として0.0038ステラジアン）程度に設定することで十分な測定感度とEUV光の単色化を両立することができる。

【0026】

EUV光検出ユニット5は、本実施形態においては、図2に示すように互いに直交する半径方向に4個ずつ配置され、計16個が配置されている。これらのEUV光検出ユニット5を ω Zステージ3や θ ステージ4-a~dで移動させずに、この16個のEUV光検出ユニットで同時に連続的に測定することによって、各パルス状のEUV発光の強度分布の変化を把握することができる。また、 ω Zステージ3や θ ステージ4-a~dを動かしながらこの16個のEUV光検出ユニットで同時に連続的に測定することによって、詳細な空間強度分布を測定することができる。

【0027】

図4及び図5は、本発明にかかるEUV光強度分布測定装置2によって得られたEUV光の強度分布を表すグラフの一例であり、集光点1-eを中心としたZ軸からの角度方向と、13.5nmのEUV光の強度の関係を示している。例えば、EUV光検出ユニット5を半径方向に移動しながら強度分布の測定を行った場合、図4に示すような強度分布10、乃至11得られる。また、EUV光検出ユニット5を固定して測定した場合、図5に示すような強度分布の一部である×（プロット12）や○（プロット13）等の結果が得られる。

【0028】

さらに図2中に示すように、周方向にもEUV光検出ユニット5が複数配置されているため、周方向を座標とした強度分布の時間変動も把握できる。角度分布の時間変動を把握するには、以上のようにEUV光検出ユニットの配置は、EUV光の発散中心点とすべてのEUV光検出ユニットの位置が同一平面上にあるのではない配置となるようにするのが望ましい。

【0029】

以上に説明した構成により、EUV光角度分布測定装置2は、EUV光源から放射されるEUV光束内部の投影露光に用いる所定の波長のEUV光の強度分布を精度良く測定することが可能である。

【0030】

以上においては、EUV光源が集光点を有する場合のその発散角度内での強度分布の測定について説明したが、本発明は平行光束のEUV光や、その他の形状の光束を有するEUV光に対しても、EUV光検出ユニット5を設置する際にその設置位置での光軸の方向に向けて設置することで適用可能である。

【0031】

(第2実施形態)

第2実施形態では、第1実施形態で用いたものと異なるEUV光検出ユニット15を用いることで、EUV光束内の強度分布と併せて各位置でのEUV光のs偏光成分とp偏光成分の構成比率を測定する装置、及び方法について説明する。

【0032】

図6は、第2実施形態で用いるEUV光検出ユニット15の断面図を示す。EUV光検出ユニット15はアパーチャ16を通過して入射したEUV光を、典型的にはシリコンとモリブデンによる多層膜で構成された多層膜ミラー17で反射し、必要に応じて測定するEUV光以外を吸収するように設定された例えばジルコニウムの薄膜によるフィルター18を通過させた後、光電変換素子であるフォトダイオード19により強度を測定する。フォトダイオード19からはEUV光の強度に応じた信号が出力され、EUV光検出ユニット15の出力となる。

【0033】

本実施形態で用いるEUV光検出ユニット15では、多層膜ミラー17への入

射角は 13.5 nm の光に対するブリュスター角に近い 42.6 度となっている。このため、ほぼ図 6 の紙面に対して垂直な方向の偏光である s 偏光成分のみが反射される結果、フォトダイオード 19 により s 偏光成分のみの強度を測定することができる。

【0034】

図 7 は、本実施形態において上記 E U V 光検出ユニット 15 を θ ステージ 4-a ~ d 上に配置した状態を示す図である。本実施形態では E U V 光検出ユニット 15 を θ ステージ 4-a ~ d 上に配置する際に、各 E U V 光検出ユニット 15 が検出する s 偏光の方向が互いに平行になるように配置している。この状態では、各 E U V 光検出ユニット 15 に入射する光線と、各 E U V 光検出ユニット 15 内の多層膜ミラー 17 で反射された光線を含む面が全て平行となる。つまり、例えば各 E U V 光検出ユニット 15 が検出する s 偏光の方向を図 7 中の矢印の方向となるように配置している。

【0035】

図 7 に示すように E U V 光検出ユニット 15 を配置することにより、E U V 光束内の強度分布を測定する際に、各測定位置における E U V 光の s 偏光成分と p 偏光成分の構成比率を測定することができる。

【0036】

つまり、例えば図 7 に示す位置で ω Z ステージ 3 を固定して各 E U V 光検出ユニット 15 により E U V 光の強度を測定する。この時に測定される E U V 光の強度は図 7 中の矢印で示される方向に偏光方向を有する成分の強度である。次に、 ω Z ステージ 3 を 90 度回転して固定し、各 E U V 光検出ユニット 15 により再度 E U V 光の強度を測定する。この時に測定される E U V 光の強度は図 7 中の矢印で示される方向とは垂直の方向に偏光方向を有する成分の強度である。

【0037】

このように、E U V 光束内の各測定位置において、検出する s 偏光の方向が直交する二つの E U V 光検出ユニット 15 によりそれぞれ測定を行うことで、各測定位置における E U V 光の s 偏光成分と p 偏光成分の構成比率を測定することができる。

【0038】**(第3実施形態)**

第3実施形態は、第2実施形態とは異なる方法でEUV光束内の各測定位置におけるEUV光のs偏光成分とp偏光成分の構成比率を測定する装置及び方法について説明する。

【0039】

本実施形態では、EUV光検出ユニット15を θ ステージ4-a~d上に配置する際に、各EUV光検出ユニット15がそのEUV光の入射方向を一定に保ったまま、90度回転可能にしたものである。

【0040】

図8及び図9は本実施形態において上記EUV光検出ユニット15を θ ステージ4-a~d上に配置し、各EUV光検出ユニット15を回転させる前と、90度回転させた後の状態を示す図である。各EUV光検出ユニット15を90度回転させることで、矢印で示した検出するs偏光の方向が90度回転する。尚、図8及び図9では、各 θ ステージ4-a~d上のEUV光検出ユニット15の検出するs偏光の方向が揃っている状態を記載しているが、それぞれが別に90度回転してもよい。

【0041】

このような構成とすることで、EUV光束内の各測定位置において、単一のUV光検出ユニット15により各測定位置におけるEUV光のs偏光成分とp偏光成分の構成比率を測定することができ、UV光検出ユニット15間の感度の違いによる測定誤差を抑制することができる。

【0042】

更に本実施形態で使用したEUV光検出ユニット15は、図6に示すようにブリュスター角でEUV光が入射する多層膜ミラー17と、その反射光を計測するフォトダイオード19をそれぞれ一つずつ有しているが、それぞれブリュスター角で入射するEUV光を直交する方向に反射する第1の多層膜ミラーと第2の多層膜ミラーと、それぞれのミラーに対応する2つのフォトダイオードを有するEUV光検出ユニットを用いることにより、同時に測定されるEUV光のs偏光成

分と p 偏光成分の強度を測定することができる。

【0043】

(第4実施形態)

第4実施形態は、第1実施形態と比較して異なるEUV光検出ユニット5の配置方法を用いている。

【0044】

図10は第4実施形態に係るEUV光強度分布測定装置と、測定の対象であるEUV光を発生するEUV光源の断面図である。本実施形態のEUV光強度分布測定装置12では、EUV光検出ユニット5が ω Zステージ13上に、Z軸に垂直な略同一面上に配置されており、第1実施形態よりも簡素な構成となっている。なお、EUV光検出ユニットとして、内部の多層膜ミラーにEUV光がほぼ直入射するタイプ、又はブリュスター角をもって入射するタイプのいずれを用いてもよい。

【0045】

EUV光源から放射されるEUV光が平行光の場合や、集光点を持つ場合であっても集光点1-eからのEUV光の放射角度が小さく、かつEUV光検出ユニット5と集光点1-eの距離が大きい場合には、図10に示すEUV光検出ユニット5の配置方法をとることが簡便で好ましい。

【0046】

図10においては、 ω Zステージ13が発光点1-cと集光点1-eを結ぶ直線を回転軸として回転する様子を示しているが、 ω Zステージ13の回転軸はこれに限定されることはなく、測定するEUV光源からのEUV光束の光軸を回転軸として回転されればよい。またEUV光源の形態に応じて任意の回転を行うことができる。この際に、以下に説明するEUV光検出ユニット5の出力の補正を併用することも有効である。

【0047】

EUV光が集光点を有するEUV光源からのEUV光束に対して、図10に示すEUV光検出ユニット5の配置方法をとった場合、各EUV光検出ユニット5と集光点1-eの距離が一定で無くなる問題を生じる。この場合には、EUV光

の強度が発散距離の二乗に比例して減衰することを利用して、各 E U V 光検出ユニット 5 の出力を補正して用いることで E U V 光束内の強度分布を精度良く測定することができる。

【0048】

以上の第 1 ～ 4 の実施形態で用いる複数の E U V 光検出ユニットの感度を、予め既知の強度の E U V 光を測定した際の出力を測定することで求めておくことが、E U V 光束内の強度分布を精度良く測定するために望ましい。図 11 は E U V 光検出ユニットの感度を測定する方法の一例を示す図である。放射する E U V 光の強度及び強度分布が既知であり安定した E U V 光源 11 を用いて、E U V 光検出ユニット感度測定装置 21 内の E U V 光検出ユニット固定部材 23 に E U V 光検出ユニット 5 を固定して E U V 光を照射し、その際の E U V 光検出ユニット 5 の出力を測定して、その感度を決定することができる。

【0049】

以上説明した各実施形態からは以下のような発明を特定できる。

【0050】

(発明 1)

E U V 光源から発散される E U V 光束内の強度分布を測定する E U V 光強度分布測定装置において、E U V 反射ミラーと光電変換素子を有する複数の E U V 光強度検出ユニットが、前記 E U V 反射ミラーに入射する E U V 光の入射角度が所定の角度になるように配置されることで前記強度分布を測定することを特徴とする E U V 光強度分布測定装置

(発明 2)

前記光電変換素子は、前記 E U V 光強度検出ユニットから前記集光点を見込む立体角が 0.024 ステラジアン以下の範囲の E U V 光強度を測定することを特徴とする発明 1 に記載の E U V 光強度分布測定装置

(発明 3)

前記 E U V 光源は発光点で発光した E U V 光を集光点で集光して所定の発散角で発散される E U V 光源であって、前記 E U V 光強度検出ユニットは、前記集光点を中心とする球面上に配置されることを特徴とする発明 1 乃至 2 に記載の E U

V 光強度分布測定装置

(発明 4)

前記 E U V 光強度検出ユニットは、前記 E U V 光束内に設置された平面上に配置されることを特徴とする発明 1 乃至 2 に記載の E U V 光強度分布測定装置

(発明 5)

前記 E U V 光強度検出ユニットが配置される面は、前記 E U V 光束の光軸を回転軸として回転することを特徴とする発明 3 乃至 4 に記載の E U V 光強度分布測定装置

(発明 6)

前記 E U V 光強度検出ユニットにおいて、前記 E U V 反射ミラーに入射する E U V 光の入射角度が 20 度以下であることを特徴とする発明 1 乃至 5 に記載の E U V 光強度分布測定装置

(発明 7)

前記 E U V 光強度検出ユニットは、その E U V 反射ミラーに入射する E U V 光の入射角度が当該 E U V 光に関するブリュスター角と略等しい角度であることを特徴とする発明 1 乃至 5 に記載の E U V 光強度分布測定装置

(発明 8)

前記 E U V 光強度検出ユニットは、複数の E U V 反射ミラーとそれぞれの E U V 反射ミラーに対応した光電変換素子を有し、当該複数の E U V 反射ミラーに入射する E U V 光と各 E U V 反射ミラーで反射された光を含む複数の面が互いに直交し、当該複数の E U V 反射ミラーに入射する E U V 光の入射角度が当該 E U V 光に関するブリュスター角と略等しい角度であることを特徴とする発明 1 乃至 5 に記載の E U V 光強度分布測定装置

(発明 9)

前記 E U V 光強度検出ユニットは、その E U V 反射ミラーに入射する E U V 光の入射角度を略一定に保ちながら略 90 度回転可能であることを特徴とする発明 7 に記載の E U V 光強度分布測定装置

(発明 10)

発明 1 乃至 9 に記載の E U V 光強度分布測定装置を用いることを特徴とする E

UV 光強度分布測定方法

(発明 11)

EUV 光源から発散される EUV 光束内の強度分布を測定する EUV 光強度分布測定方法において、

EUV 反射ミラーに入射する EUV 光の入射角度が当該 EUV 光に関するブリュスター角と略等しい角度となるように設置された EUV 反射ミラーと光電変換素子を有する EUV 光強度検出ユニットを用いて、前記 EUV 光束内の略同一の位置において前記 EUV 反射ミラーにより反射された EUV 光の射出方向がそれぞれ略 90 度異なる状態で前記 EUV 反射ミラーにより反射された EUV 光の強度を測定する EUV 光強度分布測定方法

(発明 12)

発明 11 に記載の EUV 光強度分布測定方法による EUV 光の測定を、前記 EUV 光束内において測定位置を変えながら繰り返し行う EUV 光強度分布測定方法

【0051】

【発明の効果】

以上説明したように、EUV 光強度分布測定装置において、反射ミラーと光電変換素子を有する EUV 光検出ユニットを測定する EUV 光束の内部に複数設置することで、当該 EUV 光束の内部の強度分布を精度良く測定することが可能となる。また、当該 EUV 光検出ユニット内に入射する光束の光源に対する立体角を十分に小さくすることで、目的の波長を有する EUV 光の強度分布を精度良く測定することが可能となる。更に、当該 EUV 光検出ユニット内の反射ミラーに EUV 光が入射する入射角度を当該 EUV 光のブリュスター角とすることで、EUV 光束の内部の s 偏光成分と p 偏光成分の強度分布を測定することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の第 1 実施形態に係る EUV 光強度分布測定装置の断面を示す図

【図 2】

本発明の第 1 実施形態に係る EUV 光強度分布測定装置での EUV 光検出ユニ

ットの配置を示す図

【図 3】

本発明の第 1 実施形態に係る E U V 光検出ユニットの構成を示す断面図

【図 4】

本発明の第 1 実施形態に係る E U V 光強度分布測定装置の測定結果の一例を示す図

【図 5】

本発明の第 1 実施形態に係る E U V 光強度分布測定装置の測定結果の一例を示す図

【図 6】

本発明の第 2 実施形態に係る E U V 光検出ユニットの構成を示す断面図

【図 7】

本発明の第 2 実施形態に係る E U V 光強度分布測定装置での E U V 光検出ユニットの配置を示す図

【図 8】

本発明の第 3 実施形態に係る E U V 光強度分布測定装置での E U V 光検出ユニットの配置の一状態を示す図

【図 9】

本発明の第 3 実施形態に係る E U V 光強度分布測定装置での E U V 光検出ユニットの配置の他の一状態を示す図

【図 10】

本発明の第 4 実施形態に係る E U V 光強度分布測定装置の断面を示す図

【図 11】

E U V 光検出ユニット感度測定装置の断面図

【図 12】

従来の E U V 光強度分布測定装置の例を示す断面図

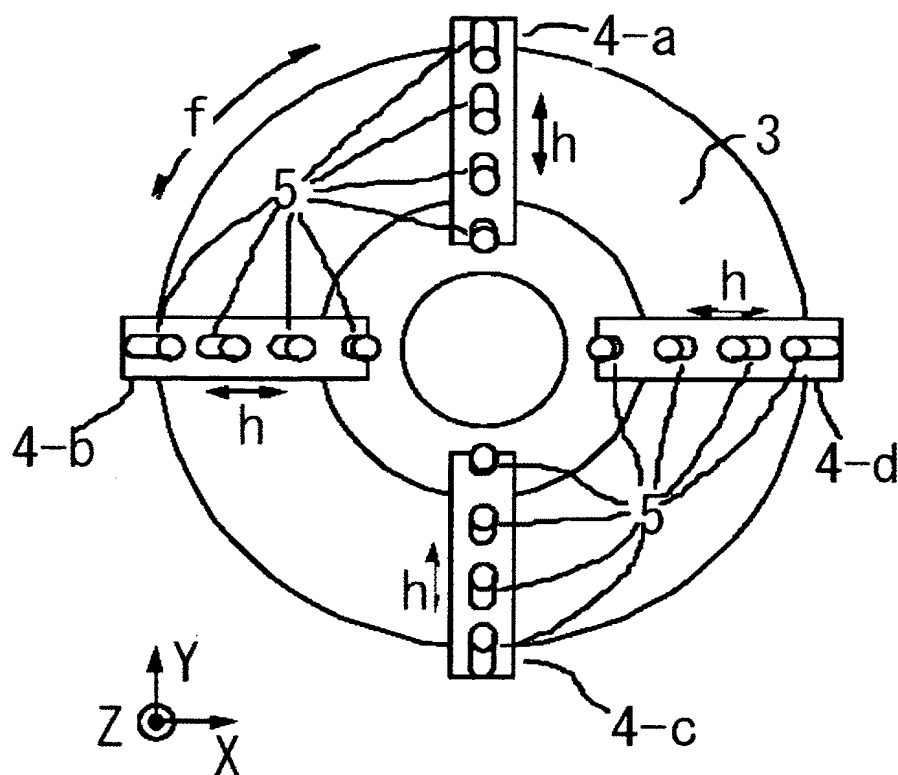
【符号の説明】

1、11 E U V 光源

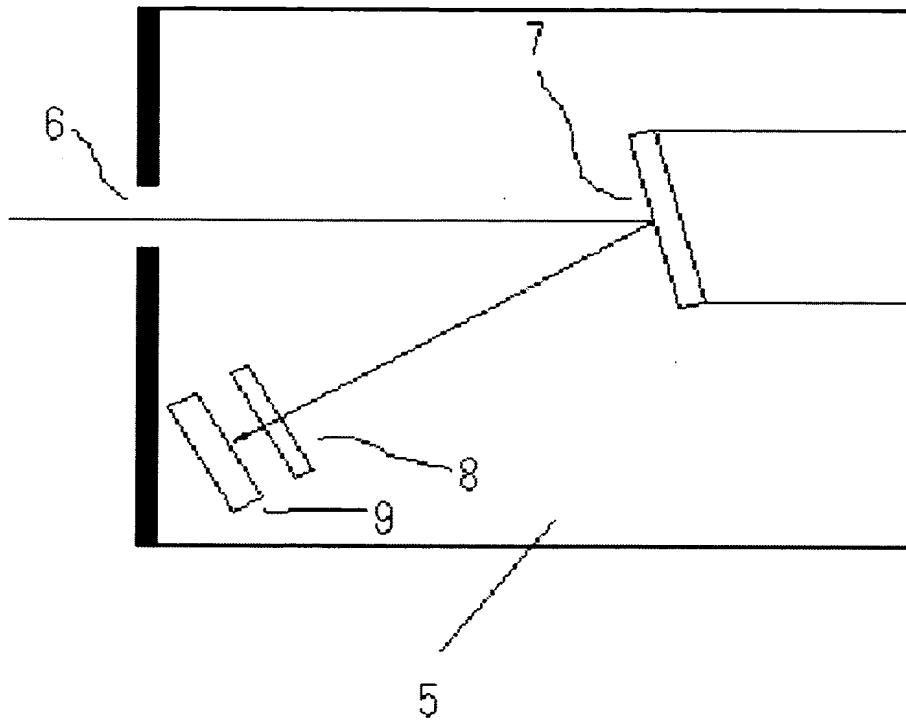
1-a ターゲット・ノズル

- 1-b レーザー光
- 1-c 発光点
- 1-d 集光ミラー
- 1-e 集光点
- 2、12 EUV光強度分布測定装置
- 3、13 ω Z ステージ
- 4-a ~ d θ ステージ
- 5、15 EUV光検出ユニット
- 6、16 パーチャ
- 7、17 多層膜ミラー
- 8 フィルター
- 9、19 フォトダイオード
- 101 発散点
- 102 ミラー
- 103 EUVフィルタ
- 104 CCDアレイ

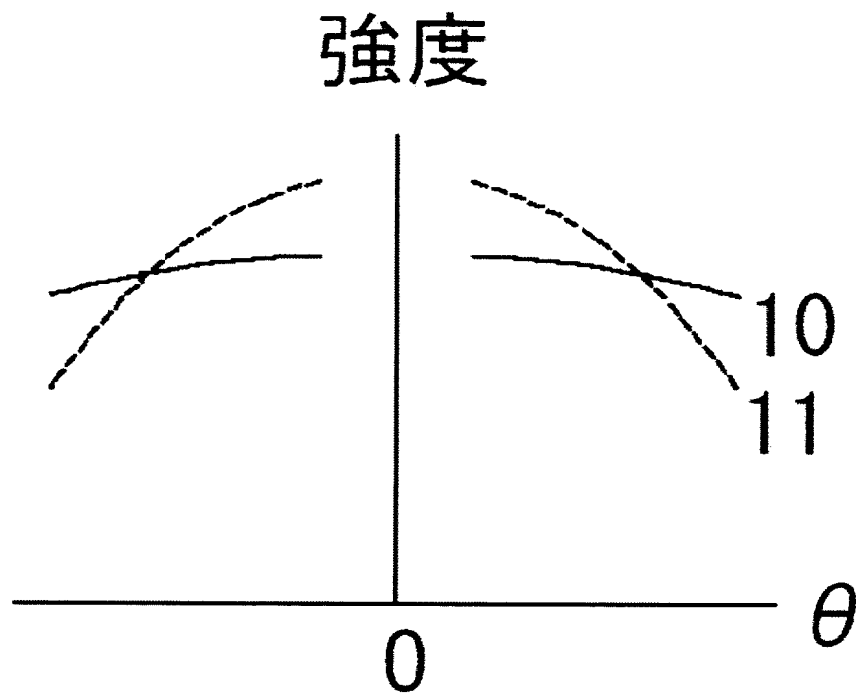
【図 2】



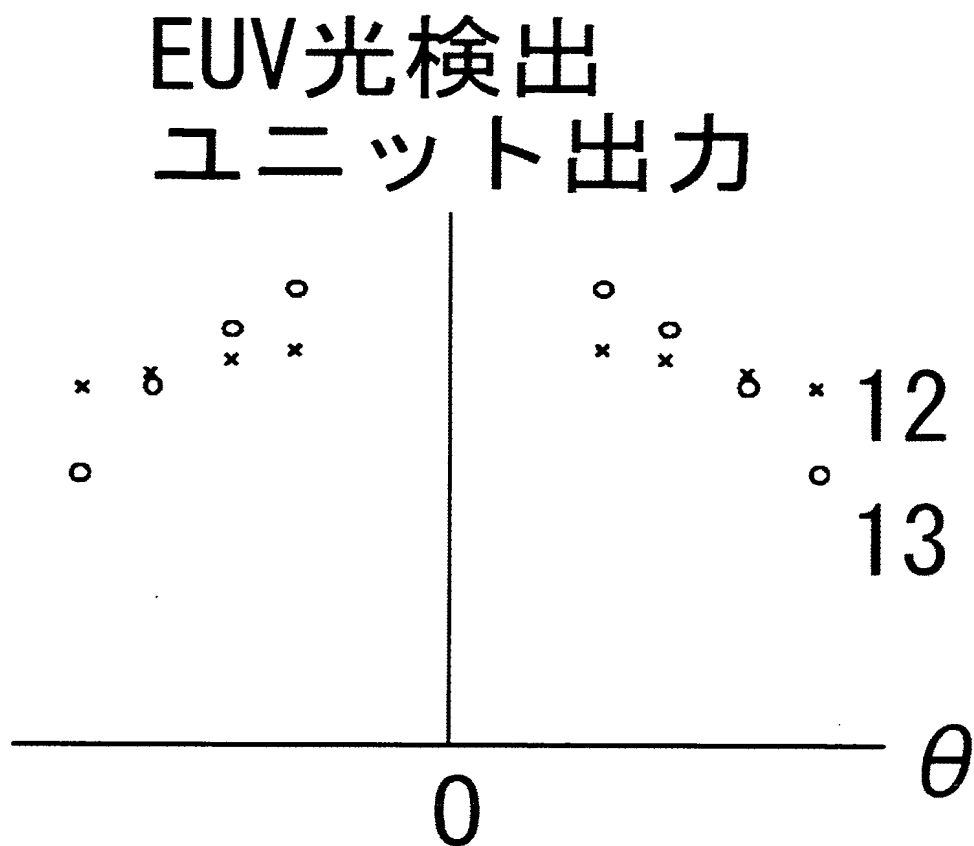
【図 3】



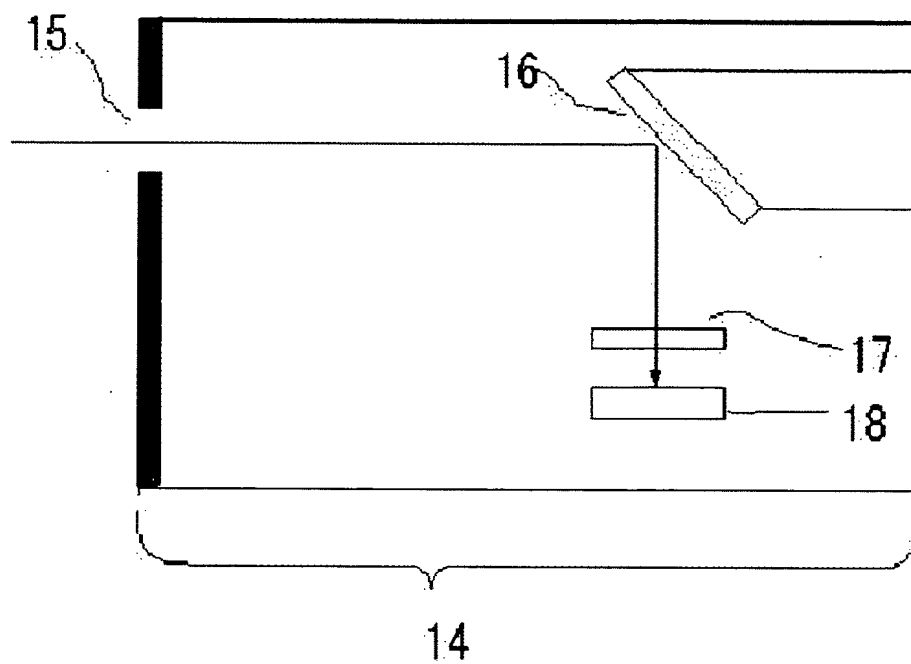
【図 4】



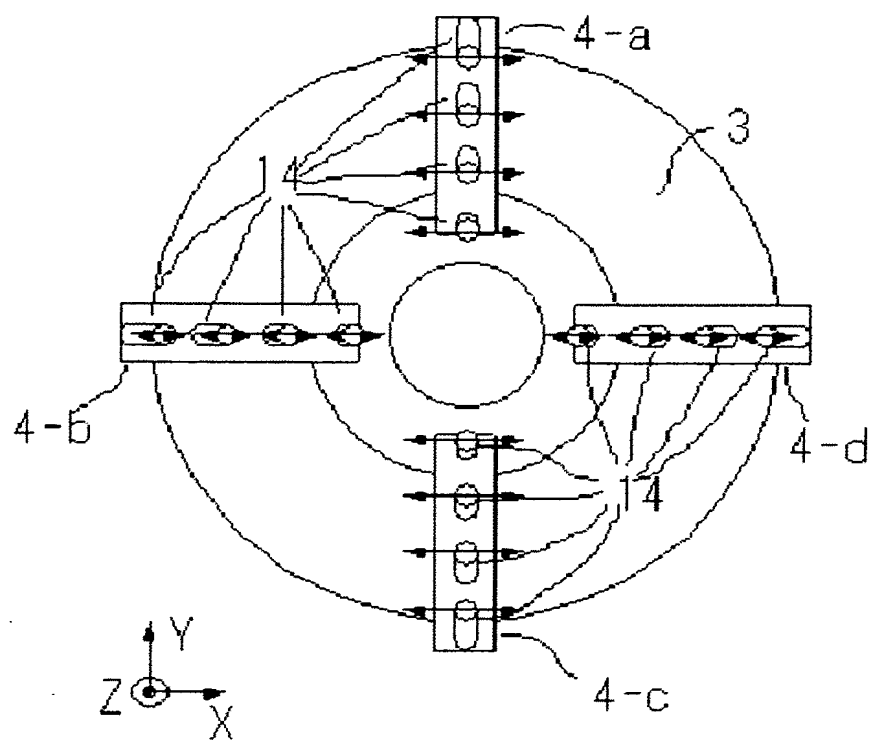
【図 5】



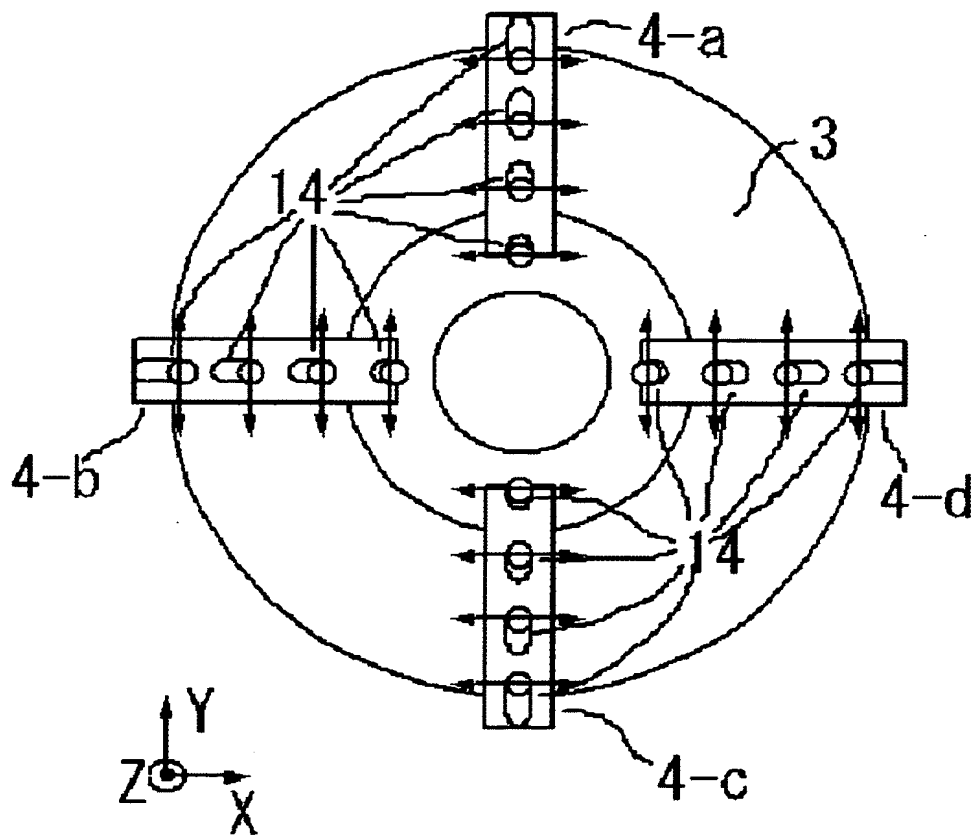
【図 6】



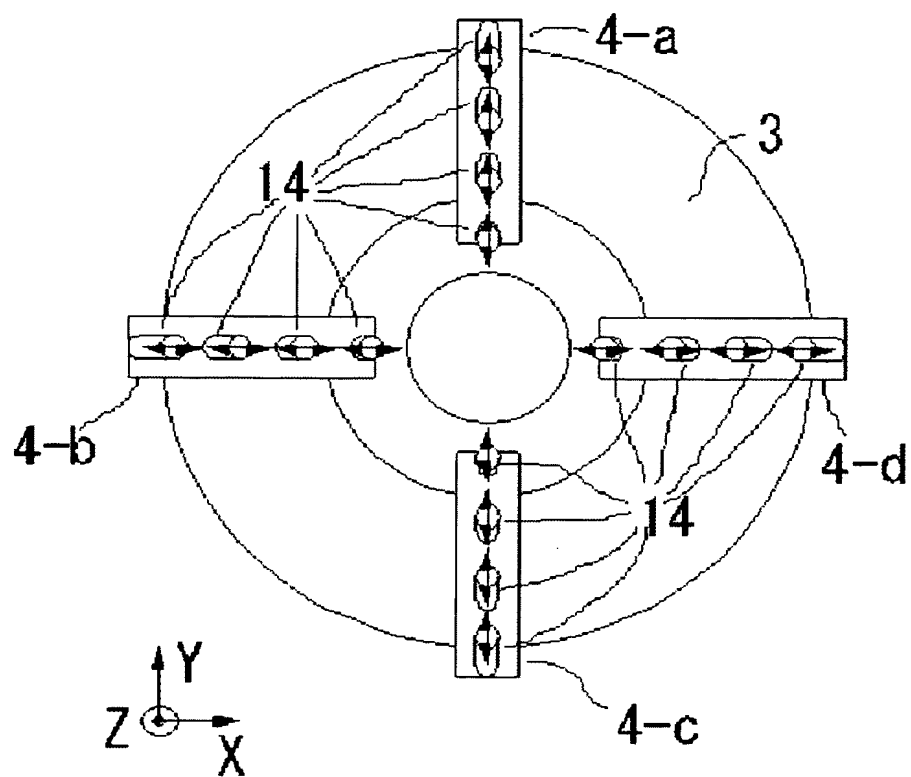
【図 7】



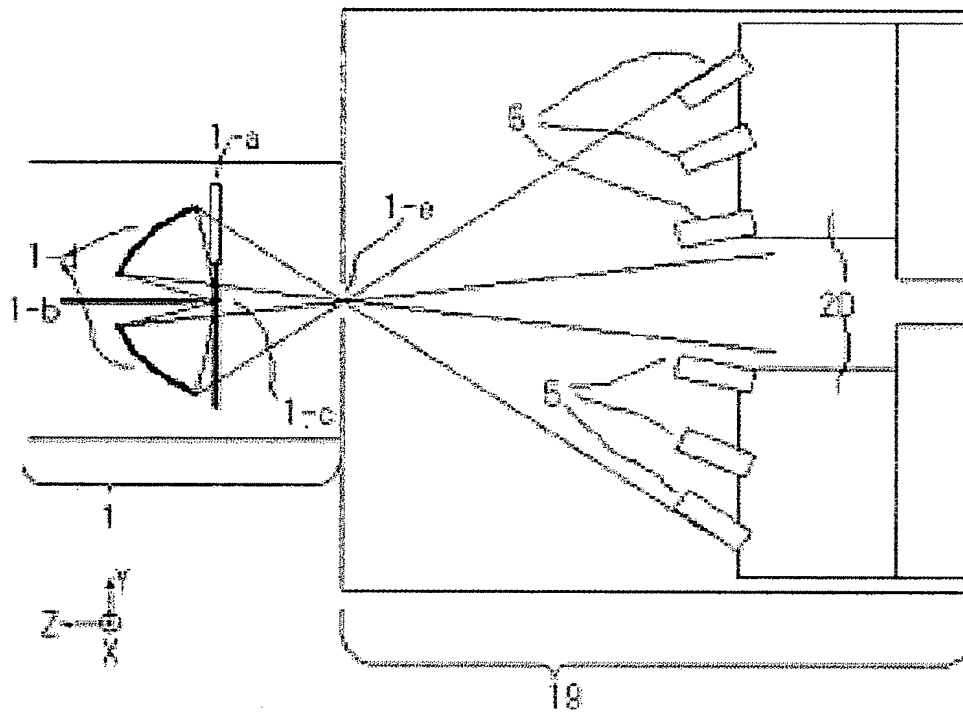
【図8】



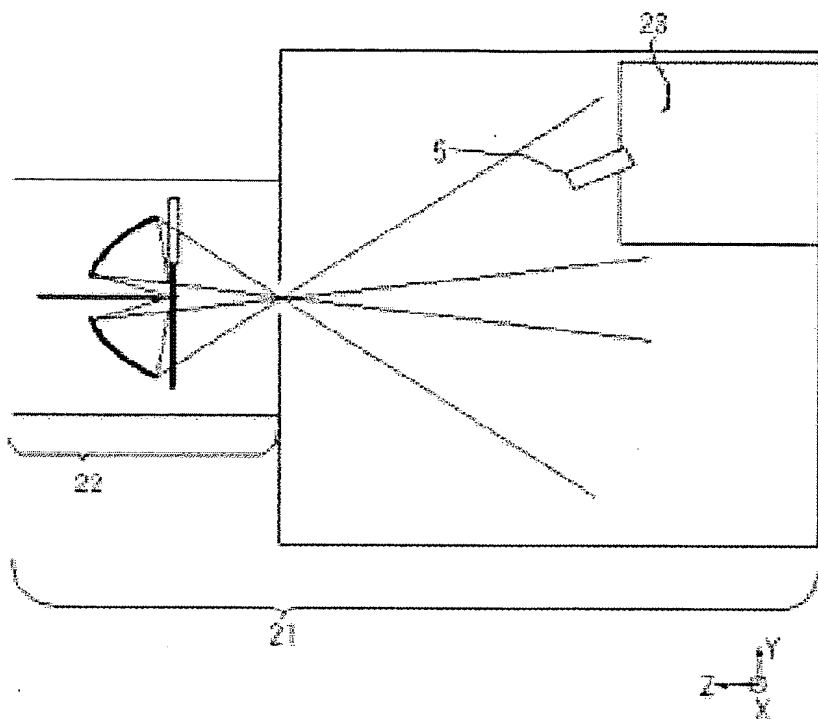
【図 9】



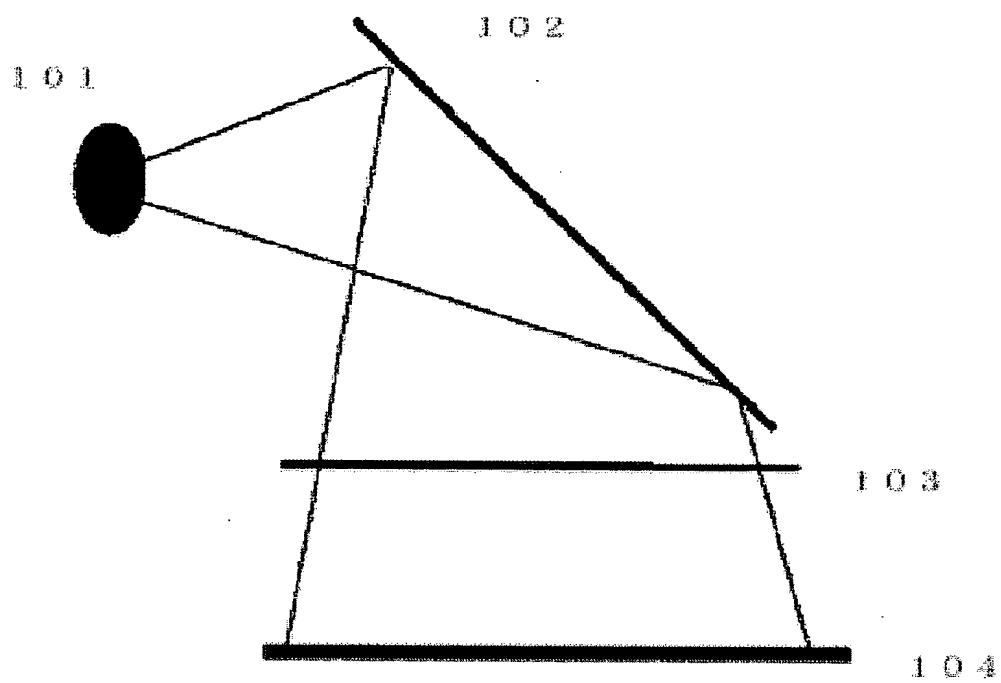
【図 10】



【図 11】



【図 12】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 本発明は、EUV光源から放出されるEUV光束内の強度分布を精密に測定可能であって、更に当該EUV光に含まれるs偏光成分とp偏光成分の混合比を測定可能なEUV光強度分布測定装置及びEUV光強度分布測定方法を提供することを課題とする。

【解決手段】 EUV光源から発散されるEUV光束内の強度分布を測定するEUV光強度分布測定装置であって、EUV反射ミラーと光電変換素子を有する複数のEUV光強度検出ユニットが、前記EUV反射ミラーに入射するEUV光の入射角度が所定の角度になるように配置されることで前記強度分布を精密に測定することを可能とした。

【選択図】 図1

特願 2 0 0 3 - 0 9 1 3 9 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 1 0 0 7]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 3 0 日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号
氏 名	キャノン株式会社